

CONTRÔLE DE LARVAS DE INSETOS EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO

ARISTIDES A. ROCHA *

1. INTRODUÇÃO

Durante as épocas mais quentes do ano, em períodos relativamente curtos, ovos e larvas de mosquitos (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae) proliferam em grande número atingindo freqüentemente as estações de tratamento e mesmo a rede e as residências dos consumidores.

Embora de caráter inofensivo à saúde, não sendo vetores de parasitas, estes organismos têm causado dano às águas de abastecimento, trazendo-lhes aspecto repugnante e às vezes, devido à sua decomposição, um mau odor característico. Em certas estações de tratamento de água, as larvas prejudicam a operação dos filtros e, em sistemas de lodos ativados interferem na recirculação (9).

Alguns gêneros, destes insetos são considerados indicadores de poluição como por exemplo *Glyptotendipes*, que parece evidenciar poluição por efluentes de estações depuradoras de esgotos (22).

1.1. Ocorrência no Estado de São Paulo

Em Piracicaba e Paraibuna nos rios de mesmo nome e, ainda recentemente no reservatório de Guarapiranga em São Paulo, houve intensa proliferação dessas larvas. Na cidade de Piracicaba, o desenvolvimento dos mosquitos coincide com as épocas de estiagem e da safra canavieira, que concorre para aumentar a quantidade de matéria orgânica no rio.

Em Santo André, no rio Guarará, 1967, o fenômeno surgiu nos meses em que a temperatura média alcançou o maior índice 20,4°C (2 e 7). Nessa região, os ovos, atravessando os filtros da ETA, passaram à rede e eclodiram nos reservatórios dos consumidores.

Na ocasião, uma escola primária teve suas aulas suspensas durante três dias.

Na estação do Alto da Boa Vista em São Paulo, o surto de quironomídeos perdurou por uma semana, causando problemas às operações de tratamento.

1.2. Registros em outros locais

Casos semelhantes foram observados em 1931 na ETA de Maryland, Washington, bem como em 1932 em Cincinnati, Ohio (17). Nêsse local as amostras de fundo revelaram cerca de 1.000 larvas por pé quadrado. No lago Winnebago, Wisconsin, o surto de formas adultas de *Chironomus plumosus* foi tão violento que as estradas marginais ao lago tiveram seu tráfego paralizado.

Em 1956 a proliferação de quironomídeos ocorreu também em Khartoum, República do Sudão (5) e em 1961, nos reservatórios de Londres (18, 26 e 27).

Técnicos do antigo Departamento de Águas da Guanabara, informaram que há cerca de 10 anos no reservatório de Lages, a ocorrência de larvas, chegou a causar certo pânico na população.

1.3. Biologia do Inseto

Estes dípteros depositam os ovos de cor marrom em massas regulares sobre a vegetação submersa (6). As dimensões médias dos ovos são de cerca de 0,30 mm de comprimento por 0,10 mm de largura.

As larvas de tamanho variável, podem atingir até 1,5 cm durante o quarto e último instar.

A maioria, apresenta adaptações à sobrevivência em ambientes poluídos tais como, brânquias que eliminam ácido láctico mantendo a pressão de oxigênio, brânquias que eliminam anions Cl⁻ tendo função no equilíbrio osmótico. Possuem ainda, eritrocruorina, pigmento seme-

* Biologista da Divisão de Estudos e Pesquisas do CETESB e Professor da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Tabela 1

ALGUNS COMPOSTOS QUÍMICOS, UTILIZADOS COMO LARVICIDAS

Ano	Local da aplicação	Composto químico	Dose	Efeito
1938	Lagos de Nova York (USA)	$C_{33}H_{22}O_6$ - Rotenona (Glicosídeo extraído da raiz de <u>Derris elliptica</u>)	6 a 10 mg/l	Tóxico a peixes (0,2 g letal ao homem)
1949 1954 1957	Clear Lake California USA	$C_{14}H_{10}Cl_4$ - DDD (Dicloro difenil dicloroetano)	1 parte ativa p/ 70 ppm de água	Tóxico a aves (mergulhões) e a peixes.
1956	Reservatórios de Khartoum (Rep. do Sudão)	$C_{14}H_{10}Cl_4$ - DDD (Dicloro difenil dicloroetano)	1 parte ativa p/ 70 ppm de água	Tóxico a peixes
1961	Reservatórios de Londres (Ingl.)	$C_{21}H_{30}O_3$ - Piretro (Ester de álcool piretrólido c/ ácido crisantêmico) Extraído de <u>Crysanthemum cinerariaefolium</u>	0,2 mg/l	Não é tóxico para vertebrados
1958 1959	Lagos da Flórida (USA)	$C_{14}H_9Cl_5$ - DDT (Dicloro difenil tricloroetano)	0,09 mg/l	Tóxico a peixes
1958 1959	Lagos da Flórida (USA)	$C_6H_6Cl_6$ - BHC (Benzeno Hexaclorado)	0,09 a 0,5 mg/l	Tóxico a peixes e a invertebrados
1959	Lagos da Flórida (USA)	$C_{14}H_5PSO_5$ - EPN (Etil nitrofenil tionobenzeno-fosfato)	0,20 mg/l	Tóxico a peixes
1959	Lagos de Wisconsin (USA)	$C_4H_8Cl_3PO_4$ - Dipterex (0,0 dimetil 1-hidroxil 2, 2-2 tricloroetilfosfato)	0,112 kg/ha (em grânulos)	Aves e peixes são praticamente insensíveis
1959	Lagos de Wisconsin (USA)	$C_{10}H_{19}O_6PS_2$ - Malathion (S - 1,2 dicarbetoetil, 0,0 dimetilditiofosfato)	0,112 kg/ha (em grânulos)	Aves e peixes são praticamente insensíveis
1963	Reservatório da Califórnia	- BAYTEX (Inseticida clorado)	0,112 a 0,224 kg/ha (em grânulos)	Tóxico a peixes
1963	Reservatório da Califórnia (USA)	$C_{12}H_4OCl_6$ - Dieldrin (85 % de 1,2, 3, 4, 10, 10 - hexacloro 6 - 7 epoxi 1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a, octahidro - 1, 4, 5, 8 dimetanonaftaleno)	0,560 kg/ha (em grânulos)	Tóxico a peixes

lhante a hemoglobina com alto poder de fixação de oxigênio (19). Certas espécies podem reproduzir-se na fase larval, fenômeno conhecido como pedogênese (16).

Em geral, constroem tubos de lodo ou de outro material qualquer, e, após um período que chega às vezes até um mês, atingem a fase de pupa (23). Após este estágio surgem os adultos que morfológicamente assemelham-se aos vulgarmente chamados «pernilongos» e cuja duração média é de 3 a 5 dias.

2. MATERIAL E MÉTODO

A importância desses dípteros, levou a se processar, desde 1967, a um trabalho de coleta de material vivo inicialmente no rio Guarará e, mais recentemente nos rios Piracicaba e, no reservatório de Guarapiranga, com a finalidade de identificar as espécies e desenvolver métodos de cultura em laboratório para ensaios visando ao seu controle.

2.1. Coleta

Na ETA de Santo André, local em que a água já havia recebido cloração, recolheram-se algumas larvas e pequena quantidade de massas de ovos.

As larvas foram criadas e desenvolvidas em laboratório, revelando a classificação serem dípteros da família Chironomidae = Tendipedidae, *Chironomus petiolatus*.

A seguir, coletou-se em abril de 1969 mais 40 exemplares, 14 dos quais após 9 dias atingiram a fase de pupa.

Recentemente foram coletadas inúmeras larvas, com as quais se procedeu a vários ensaios visando o combate e eliminação.

2.2. Ensaio com peixes larvófagos

2.2.1. Ensaio com *Lebistes* (Guarú)

Coletou-se no rio Piracicaba-Mirim, pouco mais de 50 exemplares de «guarús», Cyprinodontiforme, Poeciliidae, *Lebistes reticulatus* que foram mantidos na própria água do rio, cuja taxa de oxigênio dissolvido estava próxima ao 0,0 mg/l. No mesmo aquário acrescentou-se 25 larvas de Chironomidae.

2.2.2. Ensaio com *Hyphessobrycon* (Lambari)

Em abril de 1969 obteve-se na Estação Experimental de Biologia e Piscicultura do rio Tietê, em Barra Bonita, São Paulo, 500 *Lambaris*,

Cypriniforme, Characidae, Tetragonopterinae, *Hyphessobrycon* sp. Com estes peixes, cujo comprimento médio varia de 5 a 9 cm, não acarretando portanto problemas de espaço e estocagem, foram feitas experiências para eliminar as larvas.

Em aquários contendo 10 exemplares dos Characidae, foram colocadas 30 larvas, sendo os peixes alimentados durante 5 meses com essas larvas e as de outros insetos.

2.3. Ensaio com substâncias químicas

Em observações preliminares, as larvas coletadas foram conservadas, em água clorada 0,3 mg/l, sem aeração artificial. Esses exemplares receberam sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), que é bastante usado em tratamento de água como algicida. Foram experimentadas concentrações de até 6 mg/l.

Foi experimentada também a água oxigenada (H_2O_2 - 20 vol) nas diluições 1:500, 1:100 e 1:50.

Na ETA do Alto da Boa Vista, São Paulo, foi aplicada recentemente a super-pré-cloração, processo este que parece estar sendo atualmente utilizado nos Estados Unidos como medida de extrema urgência.

3. RESULTADOS

3.1. Com a utilização de peixes

Durante os ensaios, foi observado que apenas uma larva é suficiente para alimentar dois Guarús por certo período de tempo. Nos aquários com 10 Characidae, ao serem colocadas 30 larvas, estas eram sistematicamente devoradas.

3.2. Com a utilização de substâncias químicas

Verificou-se que com sulfato de cobre, algumas larvas resistiram a concentrações ligeiramente superiores a 6 mg/l. Com a água oxigenada em diluição 1:50, conseguiu-se eliminar algumas larvas no espaço de tempo correspondente a 4 e 5 minutos havendo total oxidação do material celular. Em diluições 1:100, o tempo para eliminação foi de 25 a 30 minutos e em diluição 1:500 as larvas são resistentes.

A aplicação de super-cloração em caráter de emergência na Estação de Tratamento de Água do Alto da Boa Vista, São Paulo, que recebe água proveniente do reservatório de Guarapiranga, conseguiu certa minimização do problema.

4. DISCUSSÃO

4.1. Contrôlo Biológico

Tendo em vista os resultados das experiências, mesmo levando em conta a opinião de alguns pesquisadores que ressaltam o valor seletivo dos Poeciliidae no combate às larvas de mosquitos em geral, como Cruz (8), Guimarães (11 e 12), Heber (13) e Ihering (14), em situações de desequilíbrio bio-ecológico advindas da poluição, esse valor seletivo dos guarús é discutível. Deve-se salientar ainda, o fato de que na natureza existem outras fontes de alimento além das larvas de quironomídeos.

Em Minnesota, Lago Pepin, foi tentada a utilização de carpas para resolução do problema.

A análise do conteúdo estomacal de várias espécies, revelou o aparecimento de grande número de larvas de *Chironomus plumosus* (15). Porém verificou-se que nas bacias distribuídas dos Estados Unidos, as carpas não foram eficazes no combate a *C. tentans* e *C. plumosus* (17).

A utilização de tilápias por outro lado, é impraticável, pois estes peixes demonstram nítida preferência pela alimentação vegetal (3 e 4).

Verificou-se na presente pesquisa, que o lambari *Hypessobrycon* originário do Ceará, é um peixe onívoro extremamente voraz e apresenta grande capacidade reprodutiva. É de fácil adaptação, resistindo a águas poluídas, sendo portanto perfeitamente viável a sua utilização no combate a essas larvas.

4.2. Tratamento Químico

Além das experiências preliminares realizadas no laboratório, utilizando sulfato de cobre, água oxigenada e cloro, foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre o assunto.

Informações da ACOPARP (Associação de Combate a Poluição Ambiental na Região de Piracicaba) dão notícia de que alguns exemplares resistiram certo tempo a ação do fenol (C_6H_5OH).

Desde 1938 quando foi realizada a Feira Mundial em Nova York, que se procura uma solução para este problema sanitário. Naquela época, foi utilizado para minimizar o número desses insetos em lagos de alto teor orgânico, a Rotenona em doses de 6 a 10 mg/l. Todavia se ingerido em doses de 0,2 g, esse composto químico é letal ao homem (21). Em 1949, para esnear o Clear Lake na Califórnia, foi aplicado uma parte de DDD concentrado para 70 milhões de partes de água, eliminando 99% das larvas. Entretanto duas novas aplicações,

1954 e 1957, ocasionaram a morte de aves (mergulhões) e de peixes. A autópsia revelou a existência de 1.600 ppm de DDD no tecido adiposo das aves e de 40 a 2.500 ppm nas vísceras de peixes, o que ocasionou a imediata suspensão do tratamento (17).

O uso do DDT e do BHC aspergidos de um barco, mostrou que ambos constituem eficientes larvicidas. Nos lagos da Flórida após dois anos de aplicação surgiram porém, formas mutantes resistentes tornando ineficaz a ação dos inseticidas. Posteriormente aplicou-se o EPN com ótimos resultados mas em menor período de ação, apenas um ano.

Deve-se ressaltar, que os inseticidas sintéticos na maioria não são biodegradáveis, e portanto em aplicações sucessivas concentram-se na cadeia alimentar.

Em Wisconsin, testes realizados em 1959 com 16 inseticidas organofosfatados revelaram boa eficiência do Dipterex e do Malathion.

Estes compostos aplicados em grânulos, produziram 80% de mortalidade das larvas em concentração de 0,112 kg/ha, sendo os peixes, aves e mamíferos praticamente insensíveis à ação dessas substâncias químicas. Porém os testes de campo não foram conclusivos, uma vez que é duvidosa a praticabilidade do controle químico de um grande corpo d'água com um inseticida não cumulativo (17).

Na Califórnia, o Baytex, inseticida clorado, em concentrações de 0,112 a 0,224 kg/ha apresentou certa eficiência, o mesmo ocorrendo como Dieldrin a 0,560 kg/ha, mas houve mortalidade de peixes como *Gambusia affinis* (17).

Em Londres foi utilizado o Pyrethrum em doses de 0,2 mg/l (26). A persistência como larvicida dessa substância, pode ser aumentada adicionando outra de efeito sinérgico como o butóxido de peperonil (27).

Alguns locais de utilização, bem como os efeitos e a fórmula química dos vários compostos são apresentados na tabela 1.

4.3. Outros tipos de tratamento

Em 19 lagos dos Estados Unidos, foi levado a efeito, um estudo metodizado sobre a intensa proliferação das larvas de quironomídeos.

Os lagos foram classificados segundo a quantidade e qualidade do esgoto que recebiam. Após algum tempo de observação, o conteúdo estomacal de 259 larvas de *Glyptotendipes paripes* foi analisado. Em 99% dos exemplares, a alimentação era constituída principalmente de algas. Verificou-se ainda que o aumento do número de algas na dieta alimentar era propor-

cional ao aumento de nutrientes no lago e, portanto da densidade de algas no fitoplancton (21).

A vista dessa proporcionalidade, foi sugerido que o combate às larvas fôsse feito indiretamente através do controle da poluição provocada pelo esgoto doméstico que chegava aos referidos lagos. De fato, no Estado de São Paulo, nas regiões onde foram encontrados esses organismos, existem com certa intensidade os problemas conseqüentes da poluição. Piracicaba por exemplo, possui cerca de 552 indústrias, predominando as usinas de açúcar, álcool e aguardente (24).

Em Santo André, o rio Guarará recebe o esgoto sanitário correspondente a 2.910 habitantes (10). A represa de Guarapiranga que abastece grande parte da cidade de São Paulo, possui em suas margens, vários clubes, inúmeros loteamentos e, cerca de 70 indústrias que podem influir diretamente na qualidade das águas do reservatório (24).

Em virtude das alterações do ambiente aquático, ocasionadas pela poluição, como por exemplo as variações da taxa de oxigênio dissolvido e do pH, à existência de relativa toxidez, presença de gás sulfídrico e etc., os peixes, que se constituem nos principais predadores das larvas de insetos, desaparecem ou diminuem em número e espécies, ocasionando um desequilíbrio bio-ecológico, propiciando o aparecimento de grande quantidade de formas larvárias.

Estas larvas e ainda os ovos, podem chegar aos leitos filtrantes das Estações de tratamento que, embora teoricamente devem reter partículas da ordem de 0,003 mm (1) por apresentarem às vezes assentamento irregular dos grãos de areia ou ainda, fissura, permitem a passagem dos ovos que eclodem na rede e residências dos consumidores.

5. CONCLUSÕES

5.1. As experiências realizadas com peixes larvófagos demonstram que o gênero brasileiro **Hyphessobricon sp.** foi, dentre todos os experimentados, o único que demonstrou uma voracidade capaz de estabelecer um controle biológico eficiente das larvas.

5.2. Das substâncias tóxicas experimentadas nenhuma revelou grande eficiência em doses compatíveis com o uso da água. Entretanto tendo em vista o resultado satisfatório obtido com uma pré-cloração na ETA do Alto da Boa Vista, em São Paulo, pode-se recomendar o método como solução de emergência.

5.3. Em virtude dos resultados contraditórios obtidos até o presente, a utilização de inseticidas e outros compostos químicos, fica condicionada aos fatores econômicos, à biodegradabilidade dos mesmos e aos relacionados com a produção de efeitos tóxicos à saúde humana, a outros organismos aquáticos.

5.4. Tendo em vista o fato de ser o desenvolvimento excessivo de larvas de quironomídeos uma conseqüência direta ou indireta da poluição, parece evidente que o seu mais eficiente combate reside em um eficaz controle das fontes de poluição, o que deve ser realizado pelo órgão responsável pela ação executiva do controle da poluição das águas.

6. RECOMENDAÇÃO

Tendo em vista os resultados animadores obtidos em laboratório com peixes do nordeste brasileiro pertencentes ao gênero **Hyphessobricon sp** recomendamos o desenvolvimento desse tipo em reservatórios de água potável que apresentam o referido problema.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Willys W. Wirth, do National Museum, Washington, que identificou os dípteros, ao Dr. Heraldo Britski do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, pela determinação dos peixes e, ao Dr. José Maurício Murgel, que cedeu os lambaris para os bio-ensaios.

SUMMARY

Large number of eggs and larvae of **Chironomus**, diptera are appearing in the State of S. Paulo, achieving in some periods treatment plants, distribution networks and homes of consumers.

We are looking an economically way for the elimination of theses organisms, which are extremely resistant.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEVEDO NETTO, J. M. — Teoria da filtração, areia e outros meios filtrantes. In: **Tratamento de águas de abastecimento**. São Paulo, Ed. USP. 1966, 1-39 p.
2. Boletim da CICPAA — Comissão Intermunicipal de Controle da Poluição das Águas e do Ar, São Caetano do Sul, São Paulo. 14 1-18 p. 1967.

3. BRANCO, S. M. — *Elementos de biologia geral e hidrobiologia sanitária*. São Paulo, Faculdade de Higiene e Saúde Pública, 1965. 46 p.
4. ——— — Noções gerais sobre biologia aquática: In: *Operação e manutenção de estações de tratamento de água*. São Paulo, Ed. USP, 1965, 118 p.
5. BROWN, A. W. A.; MC KINLEY, D. J.; BEDFORD, H. W. & QUTUBUDDIN, M. — Insecticidal operations against chironomid midges along the Blue Nile. *Bul. entomol. Res.*, London, 51(4):789-801, 1961.
6. CLAASSEN, P. W. & BRANCH, N. — Biological studies on the treatment and disposal of dairy wastes. *Bull. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta.*, Ithaca, New York, 425:26-37, 1923.
7. Comissão Intermunicipal de Controle da Poluição das Águas e do Ar — São Caetano do Sul, *Relatório Interno das Atividades em 1967*. São Caetano do Sul, 1968, 34 p.
8. CRUZ, A. M. — *O papel dos peixes larvófagos na destruição de mosquitos*. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1949, 86 p.
9. FAIR, G. M.; GEYER, J. C. & OKUN, D. A. — Aeration and gas transfer. In: *Water Purification and Waste water Treatment and Disposal*. Londres, 1968. (2) cap. 24: 1-28.
10. GENDA, A. — Levantamento das condições sanitárias da Baía do Guarapiranga. São Caetano do Sul, Comissão Intermunicipal de Controle da Poluição das Águas e do Ar, 1967, 15 p.
11. GUIMARAES, J. R. A. — Notas sobre a biologia dos poecílídeos. *Rev. Biol. Hig.*, São Paulo, 2:180, 1930.
12. ——— — Evolução dos poecílídeos (guarú-guarú ou barrigudinho). *Rev. Ind. animal*, São Paulo, 1(7):783-791, 1930.
13. HEBER, N. C. — Mosquitos, sua importância no aquário. *Aquarista*, São Paulo, 4(5):26-30, 1967.
14. IHERING, R. — Os «guarús ou barrigudinhos» na luta contra as larvas de culicídeos. *Scien. cia med.* Rio de Janeiro 8(8):1-7, 1929.
15. JOHNSON, M. S. — Some observations on chironomid larvae and their usefulness as fish food. *Trans. Am. Fish. Soc.* New York, 59:1-5, 1929.
16. MACAN, T. T. & WORTHINGTON, E. B. — *Life in lakes & Rivers*. 2nd. ed. Londres, 1968. 1-272 p.
17. MACKENTHUM, K. M. & INGRAM, W. M. — *Biological associated problems in freshwater environments*. Washington, Federal Water Pollution — Control Administration, 1967, 287 p.
18. MUNDIE, J. H. — The ecology of chironomidae in storage reservoirs. *Trans. R. entomol. Soc.*, London, 109(5):149-232, 1957.
19. PAINE JR., G. H. — *Chironomid Larvae, Flow chart*. Cincinnati, Robert A. Taft Sanitary Engineering Center, 1957, 9 p.
20. PENNAK, R. W. — *Tendipedidae*. In: ——— *Fresh water invertebrates of the United States*. New York, Ronald Press, 1953, 649-655 p.
21. PRESSMAN, R. — Pesticides. In: McKee, J. E. & WOLF, H. W. — *Water quality criteria*. 2nd. ed. Sacramento (California), State Water Quality Control Board, 1963 355-391 p.
22. PROVOST, M. W. — Chironomids and lake nutrients in Flórida. *Sewage ind. Wastes*, Easton, Pa., 30(11):1417-1419, 1958.
23. SADLER, W. O. — *Biology of the midge Chironomus tentans, Fabricius, and other methods for its propagation*. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta., Memoir, Ithaca, N. Y., 73:1-25, 1935.
24. São Paulo (Estado). Governo — *Plano Estadual de Controle de Poluição das Águas*. São Paulo, 1969, 70 p.
25. SCHUBART, O. — Observações sobre a produtividade biológica das águas de Monte Alegre. A fauna aquática da região. *Bol. Ind. animal*, São Paulo, 8:22-45, 1943.
26. TAYLOR, E. W. — *The results of the bacteriological, chemical and biological examination of the London Wastes for the years 1961-1962*. Report on, 40.º London, Metropolitan Water Board, 1962.
27. ——— — *The results of the bacteriological, chemical and biological examination of the London wastes for the years 1963-1964*. Report on, 41.º London, Metropolitan Water Board, 1964.